

Análisis y selección del método de optimización para el diseño de semirremolques para vehículos pesados¹

RESUMEN

Se logra identificar el método más adecuado para la optimización en el diseño de semirremolques para vehículos. Se plantea el problema de optimización de una manera general, dando a conocer sus aspectos importantes. Los diferentes métodos son comparados, para la posterior selección del método que mejor se adecue para el problema planteado.

1. Introducción

La optimización topológica es un tipo especial de optimización estructural de forma. El proceso de diseño es realizado cuando los diseñadores necesitan encontrar una nueva configuración estructural para un uso particular. En el problema de optimización topológica, el objetivo es encontrar el mejor diseño que se obtenga mediante una función objetivo dada. Básicamente en la topología se habla de retirar material para dar unas propiedades óptimas con base en una función objetivo; se deben cumplir ciertas restricciones para obtener la función objetivo óptima.

La forma básica para presentar la solución del problema de optimización es por medio de representaciones de partes blancas y negras; las blancas serían huecas, sin material, y las negras tendrían material. Es como ver una foto en blanco y negro, y esos pedazos serían como unos pixeles. La característica principal de la topología implica saber el número, la localización y la forma de los hoyos que debe tener el cuerpo dominio.

Autor
Jorge Giovanni Villanueva Godoy²

Director
Víctor Ruiz Rosas³

1. Proyecto curricular de Tecnología Mecánica. Semillero de Investigación del grupo Design.
2. Tecnólogo mecánico. Correo electrónico: jgvillanuevag@hotmail.com
3. Ingeniero mecánico, docente de la Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

2. Optimización multiobjetivo evolutiva (Evolutionary Multiobjective Optimization [EMO])

Se tendrán en cuenta los métodos que se aplican para funciones multiobjetivo, o sea, las que no sólo tienen que cumplir una única función objetivo sino que tienen que satisfacer varias. También se considera que deberían estar sometidas a restricciones de ecuaciones e inecuaciones.

La forma básica de los algoritmos multiobjetivo es así: minimizar, sujeto a m restricciones de inecuaciones: y a las restricciones de ecuaciones: donde n es el número de funciones objetivo.

Una solución óptima es aquella que no es dominada por alguna otra solución en el espacio de búsqueda. Se le llama "óptimo de Pareto" y todo el conjunto de tales intercambios de soluciones óptimas es llamado "conjunto óptimo de Pareto" [1].

2.1 Algoritmos genéticos (Genetic Algorithms [GA])
En los algoritmos genéticos hablamos de una población de soluciones llamadas genes, los cuales son generados y la siguiente generación es producida al hacer pares con esos mismos genes. Los genes son escogidos según su virtud. Los seleccionados son reproducidos por medio de operadores de cruce y de mutación, así, la próxima generación es evolucionada de forma iterativa hasta que un óptimo es conseguido.

2.2. Algoritmo microgenético (Micro-Genetic Algorithm [micro-GA])

Un algoritmo microgenético es un GA con una pequeña población y un proceso de reinicialización. Primero, es generada una población al azar. Esta alimenta a la población memoria, la cual es dividida en dos partes: una porción reemplazable y otra no reemplazable. La no reemplazable nunca cambia durante todo el recorrido y está destinada a proporcionar la diversidad requerida para el algoritmo. En contraste, la parte reemplazable

experimenta cambios después de cada ciclo del micro-GA.

La población del micro-GA en el comienzo de cada uno de sus ciclos se toma (con una probabilidad exacta) de ambas partes de la población memoria, y existe una mezcla de individuos generados al azar (una parte no reemplazable) e individuos evolucionados (parte reemplazable). Durante cada ciclo, el micro-GA se somete a operadores genéticos convencionales. Después de que el micro-GA acaba un ciclo, dos vectores no dominados son escogidos de la población final y son comparados con los contenidos de la memoria externa (que está inicialmente vacía). Si ninguno de ellos (o ambos)

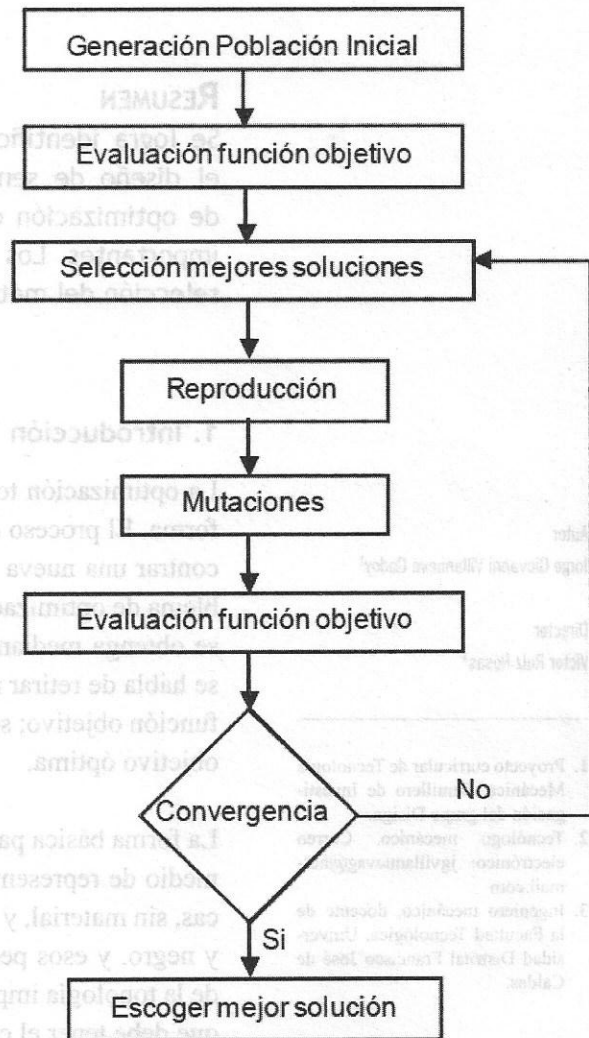


Figura 1. Esquema general de los algoritmos genéticos

permanece como no dominado después de compararse contra los vectores en esta memoria externa, entonces están incluidos ahí, es decir, en la memoria externa. Este es el archivo histórico de los vectores no dominados. Todos los vectores no dominados contenidos en la memoria externa son eliminados. El micro-GA usa entonces tres formas de elitismo: (1) retiene las soluciones no dominadas encontradas dentro del ciclo interno del micro-GA; (2) usa una memoria reemplazable cuyo contenido es parcialmente “actualizado” en intervalos exactos; y (3) reemplaza la población del micro-GA por las soluciones nominales producidas, es decir, las mejores soluciones encontradas después de un ciclo completo interno del micro-GA [2].

2.3. Proceso de selección de variables

De acuerdo con el procedimiento llevado a cabo, procedemos a dar a conocer las variables que se utilizan, con base en las necesidades del cliente que busca el semirremolque, después de haber leído cada uno de los métodos de funcionamiento.

La industria del transporte de carga pesada en Colombia es uno de los renglones de la economía que ha ido en aumento, dado el incremento que se ha presentado en las últimas dos décadas en las transacciones comerciales que incluyen transporte desde puertos costeros hacia centros de consumo y producción en el interior del país. Sin embargo, los márgenes de utilidad han ido disminuyendo debido a los incrementos en combustibles, fletes, peajes e impuestos, lo que en ocasiones tiende a hacer inviable la situación. Por ello se requiere plantear soluciones que ayuden a disminuir estos efectos; una solución relacionada directamente con el vehículo consiste en aumentar la carga transportada por viaje sin modificar el peso total del vehículo, incluyendo su carga; esto implicaría disminuir el peso del vehículo o su extensión, denominada semirremolque, que es el que soporta la carga [3].

Las variables de diseño deben estar asignadas en el dominio del semirremolque, ya que se necesita saber qué parte puede estar hueca o qué parte necesita tener sólido. Todo esto se realizará mediante una optimización

multiobjetivo, pues la primera función objetivo será minimizar su peso, por lo dicho anteriormente y por los materiales utilizados.

Según los requerimientos del cliente, se necesita que el semirremolque sea liviano. Eso quiere decir que deberíamos optimizar el peso para así poder transportar más carga, lo que haría aumentar los ingresos con un semirremolque más liviano.

Una demanda del cliente para obtener las variables del problema de optimización es que el dominio a ser optimizado debe ser seguro. Se debe demostrar la seguridad al cliente que lo conduce, ya que no se puede tener menos peso y más estética si no se cuenta con la seguridad necesaria. Se requiere, además, que el mantenimiento sea de bajo costo, ya que no se quiere gastar lo ahorrado en el peso para que el mantenimiento del semirremolque sea alto.

Las únicas constantes del problema de optimización que se tendrían serían las cargas aplicadas; las posibles condiciones de soporte —ya que sabremos sobre qué está apoyado el dominio a escoger—; el volumen de la estructura a ser construida y las posibles restricciones de diseño, tales como la localización y el tamaño que deben tener los hoyos o las áreas sólidas.

En consecuencia, el diseño de la forma óptima pasaría a ser un problema de distribución de material. Ahí entra nuestra primera variable, la densidad, que representa las propiedades del material isotrópico. Así, cuando conocemos las propiedades del material ya se pueden tomar riesgos en escoger materiales óptimos para el diseño topológico.

3. El problema de la optimización

Se dijo que el problema de la optimización será de la forma multiobjetivo, ya que no solo queremos minimizar el peso sino seleccionar el mejor material que se adecue a los requerimientos del cliente.

Como restricciones, se toman las distancias estipuladas en la Resolución 4100 de 2004 del Ministerio de Transporte, sobre clasificación de los vehículos de carga. Así, tendremos restricciones hasta de 52.000 kg de carga. Además, se requiere de un análisis a fondo del semirremolque para saber qué partes estarían sólidas o huecas, por diseño y porque debe ser agradable a la vista.

El problema de optimización quedaría propuesto de esa forma para satisfacer las funciones objetivo con respecto a las restricciones anteriormente dadas. Por otra parte, se tiene que tener en cuenta los desplazamientos, las cargas. El análisis debe hacerse por elementos finitos dada su obtención de soluciones más cercanas a lo real.

4. Conclusiones

Se conoce un número considerable de métodos que podrían llevar a la solución del problema de optimización del semirremolque. Teniendo en cuenta el desempeño del método, su manera de manejar las variables utiliza-

das, su costo, sus beneficios y sus ventajas, el método recomendado es el de algoritmos genéticos. Para reducir inconvenientes, se usaría el micro-GA.

Referencias

[1] A. Ajith A., J. Lakhmi y R. Goldberg. Evolutionary Multiobjective Optimization. Londres: Springer-Verlag, 2005.

[2] C. A. Coello Coello y G. Toscano Pulido, G. A. Micro-Genetic Algorithm for Multiobjective Optimization. First International Conference on Evolutionary Multi-Criterion Optimization. Springer-Verlag. Lecture Notes in Computer Science no. 1993, 2001.

[3] V. Ruiz-Rosas, G. Cavanzo-Nizo y J. Guevara-Bolaños J. Diseño óptimo de semirremolques para vehículos pesados apoyado en una plataforma colaborativa. Bogotá, Colombia. Proyecto de investigación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2009.

En consecuencia, el diseño de la forma óptima para un problema de distribución de material. Así, entre nuestra primera variable, la densidad, que representa las propiedades del material isotrópico. Así, cuando conocemos las propiedades del material ya se pueden tomar riesgos en escoger materiales óptimos para el diseño topológico.

3. El problema de la optimización

Se dijo que el problema de la optimización será de la forma multiobjetivo, ya que no solo queremos minimizar el peso sino seleccionar el mejor material que se adecue a los requerimientos del cliente.

La industria del transporte de carga pesada en Colombia es uno de los renglones de la economía que ha ido en aumento, dado el incremento que se ha presentado en las últimas dos décadas en las transacciones comerciales que incluyen transporte desde puertos costeros hacia centros de consumo y producción en el interior del país. Sin embargo, los márgenes de utilidad han ido disminuyendo debido a los incrementos en combustibles, fletes, peajes e impuestos, lo que en ocasiones puede hacer inviable la situación. Por ello se requiere plantear soluciones que ayuden a disminuir estos costos; una solución relacionada directamente con el vehículo consiste en aumentar la carga transportada por viaje sin modificar el peso total del vehículo, incluyendo su carga; esto implicaría disminuir el peso del vehículo o su extensión, denominada semirremolque, que es el que soporta la carga [3].

Las variables de diseño deben estar asignadas en el dominio del semirremolque, ya que se necesita saber qué parte puede estar hueca o qué parte necesita tener sólido. Todo esto se realizará mediante una optimización